

4.6 Конструкции трансформаторных подстанций

Электроустановка, состоящая из трансформаторов или других преобразователей, распределительных устройств напряжением до 1 кВ и выше, служащая для преобразования и распределения электроэнергии называется подстанцией.

В зависимости от положения в энергосистеме бывают районные, подстанции промышленных предприятий, тяговые, подстанции городских сетей и другие.

Подстанции промышленных предприятий: заводские как главная понизительная подстанция - ГПП, подстанция глубокого ввода - ПС ГВ и цеховые подстанции.

Цеховые подстанции выполняются встроенными, пристроенными и отдельно стоящими. Они должны занимать минимум полезной производственной площади, удовлетворять требованиям электрической и пожарной безопасности и не создавать помех производству.

Встроенные подстанции сооружаются непосредственно в цехе или размещаемыми в отдельных помещениях. Если среда чистая неагрессивная ТП располагают непосредственно в цехе, если агрессивная - выносятся в отдельное помещение.

Отдельно стоящие ТП применяются для питания нескольких цехов, находящихся в разных помещениях и сооружение самостоятельных подстанций нецелесообразно.

Если в цехе есть взрывоопасные производства и если ТП невозможно разместить в цехе по соображениям производственного характера, то она выполняется отдельно стоящей.

По комплектации оборудованием подстанции бывают комплектными (КТП) и индивидуальной комплектации, предпочтение следует отдавать комплектным.

Цеховые трансформаторные подстанции должны располагаться как можно ближе к центру нагрузок.

По количеству трансформаторов подстанции разделяют на однитрансформаторные и двухтрансформаторные.

Однитрансформаторные подстанции применяются для потребителей третьей категории по надежности электроснабжения.

Двухтрансформаторные подстанции применяются для потребителей первой и второй категорий, а также при наличии неравномерного суточного или годового графика нагрузки.

Трансформаторы, которыми комплектуются ТП бывают сухие и масляные. Для подстанций сооружаемых внутри помещений рекомендуется применять сухие трансформаторы. Мощность трансформаторов цеховых подстанций составляет 250-2500 кВА.

1 стр.	К.З. Абенова	Проектирование систем электроснабжения
--------	--------------	--

КТП внутренней установки выполняют на напряжение 6-10/0,4 кВ. Они состоят из трех основных элементов: вводного устройства высокого напряжения, силового трансформатора и распределительного устройства низкого напряжения 0,4 кВ. Соединение элементов выполняется закрытыми шинопроводами.

Вводное устройство выполняется в виде шкафа с клеммным вводом, с выключателем нагрузки с предохранителем и без предохранителя.

Распределительное устройство низкого напряжения состоит из шкафов с аппаратами защиты, ошиновкой и проводами.

В КТП применяются трехфазные двухобмоточные силовые трансформаторы типов:

для КТП-250,400~ ТМФ;

для КТП-630, 1000, 1600 - ТМФ, ТСЗГЛ с «Геафоль» изоляцией, ТСЗ, ТСЗН;

для КТП-2500 - ТМЗ; ТСЗГЛ.

Распределительное устройство низкого напряжения (РУНН) состоит из шкафов:

шкафа ввода низшего напряжения ШНВ;

шкафов отходящих линий ШНЛ;

шкафа секционного ШНС только в двухтрансформаторных КТП;

шинопровода - только в двухрядных двухтрансформаторных КТП;

внешнего шкафа сигнализации (по заказу).

РУНН выпускается транспортными блоками длиной не более 4 м. Шкафы РУНН представляют собой металлический каркас, закрытый с боков и сверху металлическими съемными листами. В КТП применяются два вида конструкции каркасов: сборная - каркас собран из специальных стоек, и сварная - каркас сварен из металлических стоек, швеллеров и уголков.

Внутри каркаса шкафа установлены выключатели, шины, аппаратура, приборы и механизм вторичной коммутации. Оперативное обслуживание шкафов производится с фасада, доступ к ошиновке и кабельным присоединениям осуществляется с задней стороны шкафа. Для удобства обслуживания и монтажа предусмотрены двери, запираемые на замки.

Конструкция шкафов РУНН со стационарными выключателями обеспечивает оперирование приводами выключателей при закрытых дверях и невозможность открывания дверей без применения инструмента. В шкафах РУНН установлены автоматические выключатели: на вводе и секционировании - выдвижного исполнения; на отходящих линиях - стационарного или выдвижного исполнения.

Релейная аппаратура размещена в верхних отсеках шкафов; в КТП-1600, КТП-2500 - в релейном шкафу.

Шкафы ввода высшего напряжения ШНВ обеспечивают возможность подключения магистральных шинопроводов (ШМА-16) без дополнительных стыковочных узлов.

1 стр.	К.З. Абенова	Проектирование систем электроснабжения
--------	--------------	--

В шкафах РУНН обеспечена возможность подключения алюминиевых кабелей с сухой разделкой, в количестве, обеспечивающем отвод номинального тока каждого выключателя.

Для учета электрической энергии в КТП установлены счетчики активной и реактивной (по заказу) энергии. Счетчики размещены в шкафу учета (размещенном на стенке ШНВ) или в приборном отсеке шкафа ШНЛ, в зависимости от заказанной компоновки КТП. При необходимости поставляется шкаф учета с обогревом.

В двухтрансформаторных КТП предусмотрен автоматический ввод резерва (АВР), обеспечивающий отключение выключателя ввода НН и включение секционного выключателя при исчезновении напряжения на вводе или при исчезновении напряжения в одной из фаз (т.е. при возникновении несимметричного режима), в зависимости от исполнения схемы. Кроме того, АВР предусматривается при отключении выключателя одного из вводов по какой-либо причине (отключение встроенными в выключатель защитами, при ошибочной работе автоматики и т.д.). По заказу выполняется схема с защитой от перегрузки.

Технические характеристики трансформаторов сухих силовых типа ТСН и ТСЗН используются во многих отраслях народного хозяйства. Обмотки, изготовлены из проводов с изоляцией «Номекс» класса нагревостойкости Н (80°C). Трансформаторы предназначены для преобразования электрической энергии в электросетях трехфазного переменного тока частотой 50Гц и устанавливаются в промышленных помещениях и общественных зданиях, к которым предъявляются повышенные требования в части пожаробезопасности, взрывозащищенности, экологической чистоты.

Трансформаторы соответствуют стандартам МЭК - 76, производство сертифицировано по ИСО 9001.

Технические характеристики трансформаторов.

Силовые трансформаторы типа ТСН и ТСЗН изготавливаются мощностью от 25 до 2500кВА с номинальным напряжением первичной обмотки (высокого напряжения) до 10 кВ включительно и вторичной обмотки (низкого напряжения) - 0,4кВ.

Условия эксплуатации

Температура окружающего воздуха: от -5 °С до +40 °С

Относительная влажность воздуха - не более 98% при температуре +25 °С

Высота установки над уровнем моря - не более 1000 м

Окружающая среда - невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли

4.7 Выбор силовых трансформаторов

Выбор силовых трансформаторов сводится к выбору типа и мощности трансформатора.

На цеховых подстанциях чаще применяются трансформаторы мощностью 630 и 1000 кВА.

При малой плотности нагрузки следует выбирать мощность 400 и 630 кВА, на мелких средних предприятиях.

При большой удельной плотности (более 0,2 кВА м²) следует выбирать трансформаторы 1600 кВА, при очень концентрированной нагрузке следует выбирать 2500 кВА.

Для электроприемников первой категории выбираются по два трансформатора на ТП с АВР на секционном выключателе, для второй – два трансформатора с секционным выключателем без АВР, для третьей – один трансформатор.

Из соображений технического обслуживания в дальнейшем и экономически выгодного по затратам предпочтение следует отдавать вариантам электроснабжения с одной маркой и мощностью трансформаторов.

Выбор числа трансформаторов.

Выбор выполняется по общепринятой методике. Вначале определяется минимальное количество трансформаторов, далее экономически оптимальное.

Минимальное число трансформаторов рекомендуется определять для всей нагрузки до 1 кВ с учетом их загрузки, при одной мощности трансформаторов

$$N_{Т.МИН} = (P_{P(0,4)} / \beta_T \cdot S_{Н.Т}) + \Delta N \quad (4.22)$$

где $P_{P(0,4)}$ - расчетная мощность всей нагрузки из таблицы нагрузок,

$\beta_T=0,7$ – оптимальный коэффициент загрузки трансформатора,

ΔN - добавка до ближайшего целого числа.

Экономически оптимальное число трансформаторов

$$N_{Т.Э} = N_{Т.МИН} + m \quad (4.23)$$

где m – дополнительное число, дающее целое число трансформаторов, определяется по кривым $m = f(N_{Т.МИН}, \Delta N)$, рисунок 4.4.

С учетом распределения нагрузки по цеховым подстанциям, компенсации реактивной мощности, число и мощность трансформаторов корректируется.

Выбранные трансформаторы проверяются по фактической загрузке

$$k_3 = \frac{S_P}{S_{H.T}} \quad (4.24)$$

Допустимая нагрузка трансформаторов: для первой категории 0,67-0,7; для второй до 0,83; для третьей до 0,9.

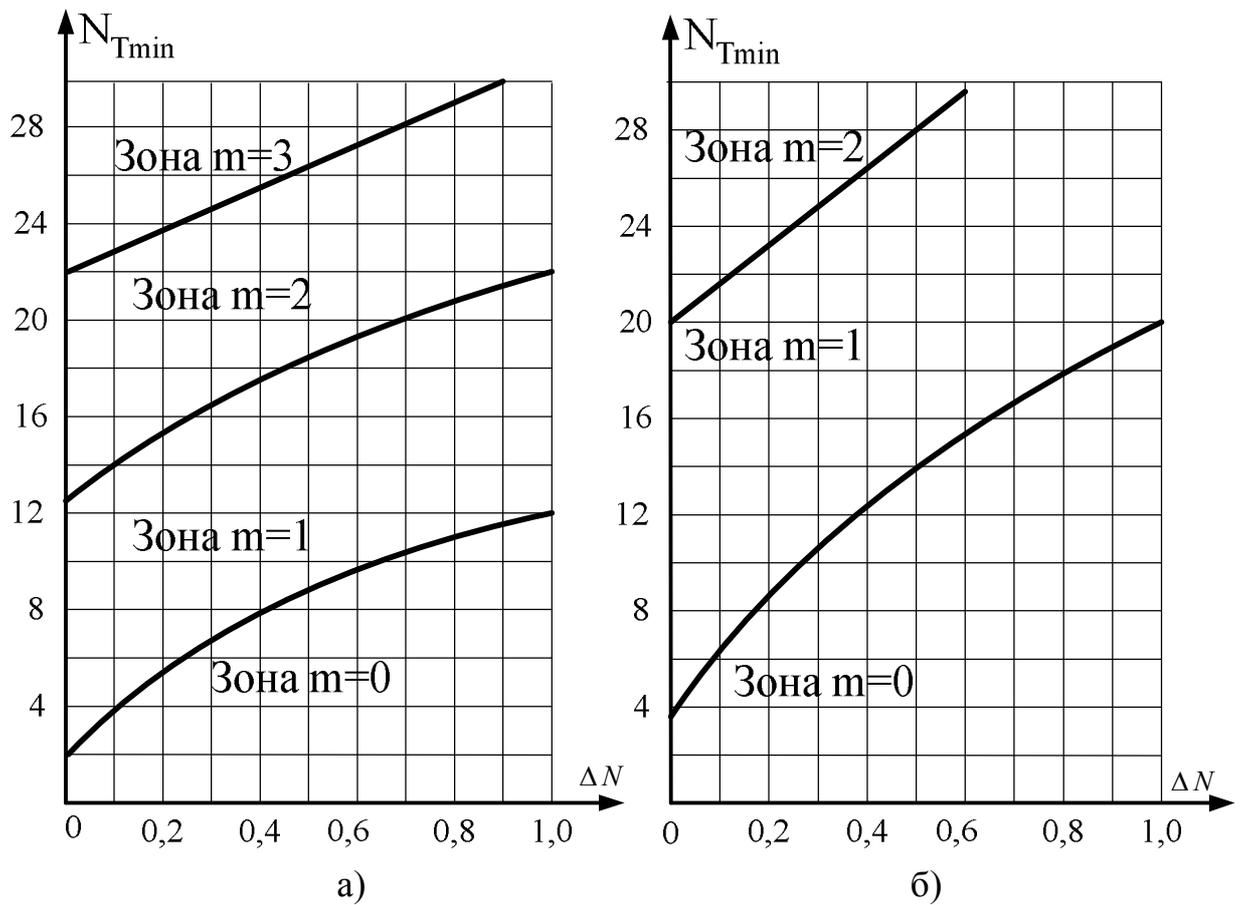


Рисунок 4.3 – Зона для определения дополнительного числа трансформаторов, а) $\beta_T=0,7\div 0,8$ б) $\beta_T=0,9\div 1,0$